Über die chemische Beschaffenheit des Milchsaftes der Euphorbia-Arten,

nebst Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und der systematischen Stellung der Pflanzen

von

J. v. Wiesner,
w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Februar 1912.)

Vorbemerkung.

Was ich an chemischen Tatsachen in dieser Abhandlung mitzuteilen habe, ist sehr unbedeutend: ein höchst bescheidener Beitrag zur Phytochemie, welcher in wenigen Zeilen und einigen Zahlen zum Ausdruck gebracht werden könnte. Aber der Hauptzweck dieser Schrift ist ein anderer und dementsprechend ist letztere auch umfangreicher ausgefallen: es sollte an der Hand von Tatsachen an die Frage näher herangetreten werden, ob und inwieweit ein Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem systematischen Charakter der Pflanzen bestehe.

Diese Frage ist wiederholt aufgeworfen worden. In klarer, unzweideutiger Weise zuerst wohl von Linné, welcher seinen wunderbaren Einblick in Unterscheidung und Zusammenfassung der Pflanzen unter anderem auch dadurch bezeugte, daß er auf vielfach ausgeprägte gemeinsame chemische Beschaffenheit von Gattungen, Ordnungen und Klassen hinwies, welchen die gleichen »vires« zugrunde liegen.[1] Eingehend hat, vom

---

[1] Linné, Philosophia botanica. Editio tertia. Berolini 1790. XII. Vires, p. 280 u. f.

chemischen Standpunkt aus, bekanntlich Rochleder den Zusammenhang zwischen dem Pflanzensystem und der chemischen Beschaffenheit beleuchtet, indem er in zwei Werken bestrebt war, die Verwandtschaft der Pflanzen auch nach der chemischen Seite, nämlich durch den Nachweis bestimmter, die systematischen Einheiten beherrschenden Stoffreihen zu begründen.[1]

Der Rochleder'sche Gedanke ist nicht unbeachtet geblieben und mehrmals wurde an denselben angeknüpft. Es scheint wohl auch nichts natürlicher, als daß ein solcher fruchtbarer, im Tatsächlichen mehrfach schon gut begründeter Gedanke weiter verfolgt werde. Denn es tritt heute, wo der Systematik viel höhere Ziele vorschweben als zur Zeit, da man sich zur Unterscheidung der systematischen Einheiten ausschließlich augenfälliger morphologischer Kennzeichen bediente, die Forderung an den Forscher heran, auch anderweitige morphologische, ja selbst physiologische und chemische Eigenschaften zur systematischen Charakteristik heranzuziehen. Nach diesen Richtungen hin wurde — insbesondere dank der grundlegenden Untersuchungen von Radlkofer und Solereder[2] — die histologische Untersuchungsmethode in ausgedehntestem Maße in den Dienst der botanischen Systematik gestellt. Die Auswertung physiologischer Prinzipien in der botanischen Systematik kam bisher nur sehr vereinzelt zur Geltung, z. B. bei Aufstellung von sogenannten »physiologischen Arten«.[3] Hingegen tritt gerade die Geltendmachung chemischer Prinzipien im Bereich der botanischen Systematik, in Anknüpfung an die Rochleder'schen Gedanken, mehr in den Vordergrund,[4] wenngleich bisher doch nur vereinzelte und noch wenig im Zusammenhang stehende Fragmente diesbezüglicher Forschungen ans Tageslicht getreten sind.

---

[1] Rochleder, Phytochemie, Leipzig 1854; derselbe, Chemie und Physiologie der Pflanzen, Heidelberg 1858.

[2] Solereder, Systematische Anatomie der Dicotylen, Stuttgart 1899.

[3] Jakob Eriksson, Eine allgemeine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse der schwedischen Getreiderostuntersuchungen. Botanisches Zentralblatt 1897.

[4] Siehe hierüber besonders: Greshoff, Berichte der deutschen pharm. Ges. III. (1893); Thoms, Probleme der Phytochemie. Berliner Apothekerzeitung 1911.

Ich halte es auch für bemerkenswert, daß man nun auch in modernen Handbüchern der systematischen Botanik beginnt, die Bedeutung der Chemie für die Systematik hervorzuheben. So sagt R. v. Wettstein in seinem Handbuch der systematischen Botanik: »Die Chemie dürfte berufen sein, der Systematik der Zukunft noch zahlreiche wertvolle Aufschlüsse zu geben...«.[1]

In dieser Vorbemerkung soll selbstverständlich die große Frage der Beziehung des Chemismus der Pflanze zu den einzelnen botanischen Disziplinen nicht aufgerollt werden; ich bescheide mich, hier nur auseinanderzusetzen, ob und inwieweit chemische Charaktere der Pflanzen in der Systematik mit Aussicht auf Erfolg verwendet werden können. Die Mikrochemie hat hier, insbesondere in ihrer Verbindung mit Histologie, vielfach schon vorgearbeitet. Dennoch scheint eine neuerliche prinzipielle Erörterung über die Verwertung chemischer Tatsachen in der botanischen Systematik nicht ohne Wert zu sein.

Nach unserer jetzigen Einsicht dürften zunächst nur jene Erfahrungen über die chemische Beschaffenheit der Pflanze für die Systematik fruchtbringend sein, welche sich als Merkmale der Unterscheidung oder der Zusammenfassung im Sinne der Systematik darstellen. Denn schließlich beruht die ganze Systematik auf der Verwendung von Merkmalen zum Zwecke der Unterscheidung oder der Zusammenfassung. Diese Verwendung von Merkmalen geht von der Art abwärts bis zur Varietät oder Rasse und aufwärts bis zu den Klassen oder Hauptabteilungen des Gewächsreiches. Und selbst wenn die obere Grenze (rein hypothetisch) durch »Stämme« bezeichnet wird, so kommen doch auch hier nur Merkmale zur Geltung.

Der Begriff des in der Systematik zur Geltung kommenden Merkmales ist deshalb von hoher Bedeutung. Allein, das, was man in der systematischen Botanik seit Jahrhunderten als Merkmal benutzte, schien etwas so Selbstverständliches zu sein, daß man sich niemals die Mühe genommen hat, genau zu

[1] Handbuch der Systematischen Botanik, 2. Aufl. Wien und Leipzig (1911), p. 31.

definieren, was mit Rücksicht auf das System als Merkmal zu gelten habe. Damit soll nicht gesagt sein, man habe sich in der Auswahl der Merkmale nicht mit dem nötigen Takte benommen.[1] Ohne daß man es bestimmt ausgesprochen, hat man unter (naturhistorischen, in der Botanik und Zoologie zu verwendenden) Merkmalen Eigenschaften der Organismen verstanden, welche im Verlaufe des Lebens in Erscheinung treten müssen und sich in den aufeinanderfolgenden Generationen notwendigerweise immer wiederholen.

Solange man die Arten und damit alle anderen systematischen Einheiten für unveränderlich gehalten hat, war kein Bedürfnis vorhanden, mit dem Begriff »Merkmal« sich näher zu befassen. Das ist aber anders geworden, als auf Grund der Forschungen von Lamarck, Darwin, Nägeli u. a. der Deszendenzgedanke in die Systematik Eingang gefunden hat und das Bestreben sich ausbreitete, das System phylogenetisch zu begründen. Hatte man früher alle Merkmale, welche zur Aufstellung der Art und höher hinauf führten, für unveränderlich gehalten, so mußte man sie im Sinne der älteren Deszendenztheorie für veränderlich ansehen. Aber Nägeli's scharfsinnige Untersuchungen führten dahin, jede dieser Auffassungen für extrem und beide für falsch zu erklären. Nägeli zeigte, daß die Pflanze zahlreiche Eigenschaften (Merkmale) ausbildet, welche durch äußere Einflüsse leicht geändert, zu zweckmäßigen Anpassungen an die gegebenen Vegetationsbedingungen führen. Diesen stehen aber Eigenschaften (Merkmale) gegenüber, welche in der Organisation so tief begründet sind, daß die äußeren Einflüsse sie nicht zu ändern vermögen. Ihre Umbildung in neue Eigenschaften erfolgt auf einem anderen Wege als dem der Anpassung. Auf diesen Gegenstand kann hier nicht näher eingegangen werden. Es sollte nur auf die Tatsache hingewiesen werden, daß man nunmehr, dem Gedankengang Nägeli's folgend, zwei ganz verschiedene Merkmalsarten unterscheidet: Anpassungsmerkmale und Organisationsmerkmale. Die letzteren, auch phyletische Merkmale genannt, sind von De Vries mit

---

[1] Siehe namentlich das klassische Kapitel »Characteres« in Linné's Philos. bot. VI, p. 99 u. f.

Rücksicht auf seine Mutationstheorie noch weiter begrifflich in Variationsmerkmale und Mutationsmerkmale geteilt worden.[1] Keinesfalls sind, vom deszendenztheoretischen Standpunkte aus betrachtet, die Organisationsmerkmale als absolut stabil aufzufassen; sie sind nur gegenüber den äußeren Einflüssen stabil, ändern sich aber in längeren Zeiträumen aus inneren Ursachen. Die prinzipielle Unterscheidung zwischen Anpassungs- und Organisationsmerkmalen ist später von einigen Seiten insofern wieder aufgehoben worden, als man den Nachweis zu führen versuchte, daß Anpassungsmerkmale sich in Organisationsmerkmale umwandeln könnten.

Weiter als oben angegeben, ist man in der logischen Bearbeitung des Begriffes »Merkmal« nicht gekommen und ich habe mich bei Durchsicht der neuesten Literatur der systematischen Botanik vergeblich bemüht herauszufinden, ob nach der heutigen Auffassung der Systematik außer den Anpassungs- und Organisationsmerkmalen noch andere Kategorien von Merkmalen angenommen werden.

Wenn nun auch außer den Anpassungs- und Organisationsmerkmalen, welche beide man auch als Abänderungsmerkmale zusammengefaßt hat, keine anderen Kategorien von Merkmalen genannt werden, so darf man doch annehmen, daß stillschweigend auch noch Merkmale anerkannt und verwendet werden, welche in keiner Beziehung zur phylogenetischen Betrachtungsweise stehen, einfach der Beschreibung dienen, also bloß jene Bedeutung haben, welche man in der Vordarwin'schen Epoche den Merkmalen überhaupt vindizierte und die man als bloße Unterscheidungsmerkmale den Abänderungsmerkmalen gegenüberstellen könnte. Die empirische Systematik mit Einschluß der für sie so wichtigen ontogenetischen Entwicklung bedient sich bei allen ihren Beschreibungen ausschließlich nur solcher Unterscheidungsmerkmale.

Vom extrem-phylogenetischen Standpunkt aus ist man geneigt, jedes Unterscheidungsmerkmal, wie stabil es uns auch erscheinen mag, als ein veränderliches Merkmal zu betrachten, welches seine Umgestaltung erst in späterer Generation zu

---

[1] De Vries, Berichte der Deutsch. Bot. Ges. (1903), p. 46.

erkennen gibt. Aber in einer solchen Auffassung läge doch eine große Überschätzung des Veränderungsvermögens der Pflanze gegenüber dem oft in wunderbarer Mächtigkeit ausgeprägten Beharrungsvermögen, das uns nicht selten in der erblichen Übertragung der minutiösesten Merkmale entgegentritt.[1] Wo nicht ausgesprochene Abänderungen der Merkmale — sei es auf dem Wege der Variation oder der Mutation — sich zu erkennen geben, wird es also gut sein, die Unterscheidungsmerkmale als solche gelten zu lassen und sie nicht mit den Veränderungsmerkmalen zu vermengen.

Nach diesem Exkurs über die verschiedenen, in der organischen Naturwissenschaft zur Geltung kommenden Kategorien von Merkmalen trete ich an die Frage heran: in welche dieser Kategorien sind die chemischen Merkmale zu stellen?

Nach allen bisherigen Erfahrungen scheint es wohl am zweckmäßigsten, die in Rede stehenden chemischen Merkmale einfach als Unterscheidungsmerkmale gelten zu lassen und sie in den Dienst der empirischen Systematik zu stellen. Wo man die Beziehungen zwischen chemischer Beschaffenheit und systematischer Stellung der Pflanze eingehender untersucht hat, ergab sich nicht nur eine große Konstanz der chemischen Kennzeichen, es ergaben sich ferner aus dem chemischen Charakter vielfache biologisch wichtige Beziehungen, während sich nach phylogenetischer Richtung hin nur sehr spärliche Anknüpfungspunkte finden ließen, worauf ich später noch zurückkomme. In seinem wichtigen Werke über Flechtenstoffe hat Zopf[2] unter anderem nachgewiesen, daß die zahlreichen, für die einzelnen Gattungen und Arten der Flechten so charakteristischen Flechtensäuren in ihrer Bildung und in ihrem Vorkommen unabhängig sind vom Substrat, desgleichen von der geographischen Lage und von der Jahreszeit. Es könnten zahlreiche weitere, ähnliche Beispiele angeführt werden, welche dahin lauten, daß die chemische Beschaffenheit mit dem syste-

[1] Über das Verhältnis des Veränderungsvermögens der Organismen zu ihrem Beharrungsvermögen siehe Wiesner, Die organoiden Gebilde der Pflanzen. Lieben-Festschrift, Heidelberg 1906.

[2] W. Zopf, Die Flechtenstoffe. Jena 1907, p. 350 u. f.

matischen Charakter der Pflanze verbunden ist und daß die betreffenden chemischen Merkmale sich wenigstens qualitativ konstant erhalten. Die Rohstofflehre des Pflanzenreiches weist ungemein viele Fälle auf, in denen bestimmte chemische Individuen, welche eine praktische Verwendung finden, aus ganz bestimmten Pflanzenarten dargestellt werden. Es kann aber auch ein bestimmtes chemisches Individuum an eine Varietät einer Spezies gebunden sein. So führt Moeller an, daß das Santonin nur in einer bestimmten Varietät der *Artemisia maritima* vorkommt.[1] Es kann aber auch ein bestimmtes chemisches Individuum einer ganzen Gattung zukommen oder einer Gruppe von Spezies innerhalb dieser Gattung, wobei wohl anzunehmen ist, daß diese Gruppe einen einheitlichen Charakter an sich trägt, was vielfach erst durch weitere Untersuchungen zu konstatieren wäre.

Wenn sich vom Standpunkt der chemischen Charakteristik der Pflanzen kaum spekulative Exkurse in das Gebiet der Phylogenie unternehmen lassen, so ist jetzt schon nicht zu verkennen, daß die chemische Charakteristik vielfach berufen erscheint, Verwandtschaftsverhältnisse auf rein empirischem Wege aufzuklären. Je weiter diese chemische Charakteristik reicht, desto erfolgreicher wird sie sich nach systematischer Richtung bewähren. Wenn beispielsweise das Auftreten von ätherischen Ölen, Gerbstoffen, Harzen etc. einiges zur chemischen Charakteristik bestimmter Pflanzen oder Pflanzengruppen (Gattungen, Familien etc.) beiträgt, so wird durch Zurückführung dieser Körper auf bestimmte chemische Individuen der Systematik noch mehr gedient sein, wofür ich ein sehr bezeichnendes Beispiel anführen will. Thoms hat in der oben zitierten Abhandlung sich mit den ätherischen Ölen der Rutaceen beschäftigt und hat aus den diesen ätherischen Ölen zugrunde liegenden chemischen Individuen auf verwandtschaftliche Beziehungen von gewissen, weit voneinander abliegenden Spezies der Rutaceen geschlossen. So kommt in den Früchten von *Fagara xanthoxyloides*, welche den Rutoideen der Rutaceen

[1] Moeller, Lehrbuch der Arzneimittellehre. Wien 1893, p. 13. Diese Varietät wurde von Besser als *Artemisia maritima* var. *Stechmanniana* beschrieben. S. Wehmer, Die Pflanzenstoffe. Jena 1911, p. 781.

angehört, derselbe Phenoläther vor, der auch in den Früchten von *Citrus Bergamia* auftritt. *Citrus* gehört aber in eine von den Xanthoxyleen weit entfernte Abteilung der Rutaceen, zu den Aurantioideen. U. a. m.

Daß einzelne chemische Charakterzüge weite Bezirke des ganzen Pflanzensystems beherrschen, möchte ich durch Vorführung einiger Tatsachen beweisen, an deren Feststellung ich und meine Schule besonders stark beteiligt waren.

Lange kennt man die »verholzte« Zellhaut, konnte aber den chemischen Charakter der Verholzung nur negativ (durch Ausbleiben der Zellulosereaktionen) und in Verbindung mit dem Nachweis bestimmter physikalischer Eigenschaften der betreffenden Zellhaut nachweisen, bis ich, zuerst im Anilinsulphat (1866) und später im Phloroglucin (1878) positive Reagentien auf Verholzung ausfindig machte, von welchen heute namentlich das letztere in allgemeiner Verwendung steht. Daß die durch Phloroglucin (und Salzsäure) in der verholzten Zellhaut angezeigte Substanz nur eine »Leitsubstanz« ist, welche eben die die Verholzung begründende Stoffbildung konstant begleitet, wurde sichergestellt und die von mir zuerst ausgesprochene Vermutung, daß diese »Leitsubstanz« mit dem Vanillin identisch ist, von meinen Schülern (Max Singer und Viktor Grafe) später bewiesen. Nachdem ich den Nachweis der Verholzung der vegetabilischen Zellhaut sichergestellt hatte, ließ ich von meinen Schülern die Verbreitung der Verholzung im Pflanzenreich untersuchen. Es wurde zunächst gezeigt, daß weder bei Pilzen noch bei Algen und Flechten Verholzung vorkommt.[1] Auf meine Veranlassung hat sodann Gjokič (1895)

---

[1] Der Irrtum, daß bei Pilzen Verholzung vorkomme, ist noch nicht ausgerottet. So finde ich selbst in sonst verläßlichen Werken die Angabe verzeichnet, daß die Hyphen mancher Pilze verholzt seien, was um so befremdlicher ist, als bereits De Bary in seinem grundlegenden und allbekannten Werke »Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze«, Leipzig 1884, p. 9, ausdrücklich sagt: »Von Verholzung in strengerem Sinne kann bei den Pilzmembranen heutigen Tages nicht die Rede sein, weil sie die Wiesner'schen Verholzungsreaktionen auf Anilinverbindungen und Phloroglucin nicht zeigen«. In pharmakognostischen Werken, selbst neueren Datums finde ich mehrfach noch die Angabe, daß die Hyphen von *Elaphomyces granulatus* verholzt seien, was

nach der genannten Richtung die Bryophyten untersucht, wobei sich herausstellte, daß weder bei Laub- noch bei Lebermoosen Verholzung vorkommt, obwohl dies für die Faserstränge der Moose früher oft behauptet wurde. Hierauf folgten (1899) die gleichfalls in meinem Laboratorium ausgeführten, der Verbreitung der Holzsubstanz gewidmeten Untersuchungen K. Linsbauer's, welche zunächst die von Gjokič herrührenden Angaben bestätigten, sodann aber auch lehrten, daß die Verholzung im Pflanzenreich erst bei den Pteridophyten anhebt, hier, zumal im Xylem des Gefäßbündels stark ausgeprägt ist, aber doch insofern noch keinen ganz regulären Charakter an sich trägt, als sie in vereinzelten Fällen noch sehr schwach ausgebildet ist *(Salvinia)*, in einem einzigen Falle, selbst in den Gefäßwänden, ganz fehlt *(Isoetes)*, andrerseits aber in Geweben sich bemerkbar macht, in welchen die Verholzung sonst nicht anzutreffen ist (Hautgewebe der Lycopodiaceen und anderer Pteridophyten). Von den Pteridophyten reicht die Verholzung der Membranen, vor allem der Gefäßwände, aufwärts bis zu den höchsten Formen des Pflanzenreiches.

Die chemische Natur der Pilzzellmembran war Gegenstand mehrfacher Untersuchungen meiner Schüler. Zuerst hat K. Richter (1879) die Nichtexistenz der von De Bary angenommenen Pilzzellulose dargetan und später gelang es E. Scholl (1908) im Anschluß an die bekannten Arbeiten von Winterstein und Gilson zu zeigen, daß die Zellmembran der Pilze der Hauptmasse nach aus Chitin besteht, welches in der Zellhaut der Pilze höchstens in lockerer Bindung mit einem stickstofffreien Kohlehydrat vereinigt ist.

So sind es also gewisse chemische Grundzüge, welche die stoffliche Natur der pflanzlichen Zellmembranen auf den verschiedenen Stufen des Gewächsreiches beherrschen. Die Membran der Pilze ist von denen der Algen total verschieden. In den Algen herrscht als Membranstoff bereits die im Pflanzenreich bis zu den höchsten Stufen hinaufreichende Zellulose, und zwar in einer Modifikation, welche leicht der Verschleimung,

---

auch in diesem Spezialfall nicht zutrifft, wie man sich leicht durch die genannten Reagentien überzeugen kann.

nicht aber der Verholzung unterliegt. Auf der Stufe der Moose herrscht Zellulose in einer noch der Untersuchung bedürftigen Modifikation, bezüglich welcher nur bekannt ist, daß sie weder der Verschleimung noch der Verholzung unterliegt. Die Fähigkeit der Verholzung der Zellhaut beginnt erst bei den Pteridophyten, reicht aber von hier bis zu den höchsten Stufen des Gewächsreiches. Die hier gegebene Übersicht über die chemische Beschaffenheit der Zellmembran im Pflanzenreiche verliert nicht an Bedeutung, wenn sie auch nur für die Zellen der vegetativen Gewebe Geltung besitzt.

Es wurde oben erwähnt, daß sich die chemischen Merkmale in den Pflanzen wenigstens qualitativ konstant erhalten. Es muß hinzugefügt werden, daß die quantitative (chemische) Zusammensetzung der Gewebe oder Organe selbst bei derselben Art oder Gattung wohl nie eine so konstante ist, als daß nicht eine Variation durch geänderte Vegetationsbedingungen stattfinden könnte. Wie sehr kann sich durch rationelle Züchtung die chemische Zusammensetzung, wenigstens quantitativ, ändern. Ich erinnere an die enorm zuckerreichen Kulturvarietäten der Runkelrübe, welche auf dem Wege der Züchtung aus der vergleichsweise zuckerarmen Stammpflanze hervorgegangen sind. Dies gibt einen Fingerzeig, daß in einem gewissen Maße auch die chemischen Merkmale zu phylogenetischen Betrachtungen herangezogen werden können. Die Exaktheit, mit welcher heutzutage schon chemische Fragen gelöst werden können, und die strenge Wissenschaftlichkeit des Denkens und Forschens auf dem Gebiete der Chemie setzen allerdings der spekulativen Behandlung der Frage über die aus chemischen Kennzeichen abzuleitenden Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzen enge Schranken. Hingegen läßt sich erwarten, daß reich gepflegte erfahrungsgemäße Feststellungen über die chemische Beschaffenheit der Pflanzen viel dazu beitragen werden, die Verwandtschaftsverhältnisse der Gewächse zu klären. Ich stehe da fast ganz auf dem Standpunkt, den Greshoff in seiner Rede »Gedanken über Pflanzenkräfte und phytochemische Verwandtschaft« bei der Nürnberger Naturforscherversammlung (1893) eingenommen hat, indem er sagte: »...Auf chemischem Wege läßt sich zwar nicht die

Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt erforschen, aber der Phytochemiker kann dem Systematiker doch wertvolle Beiträge liefern für die Aufstellung eines Pflanzensystems und oft wird er in zweifelhaften Fällen, wo die botanischen Methoden im Stiche lassen, durch seine vergleichenden Analysen imstande sein, eine Entscheidung zu treffen über die systematische Zusammengehörigkeit der Pflanzen.«

Vor langer Zeit beschäftigte ich mich mit dem Studium des chemischen Charakters des Milchsaftes unserer einheimischen *Euphorbia*-Arten. Im Jahre 1861 untersuchte ich den Milchsaft einer unserer gemeinsten Wolfsmilcharten, der *Euphorbia Cyparissias*. Diese weitverbreitete Pflanze kommt vielfach in großen Mengen vor, milcht auch relativ stark, so daß die Hoffnung vorhanden war, ausreichende Quantitäten des Milchsaftes dieser Pflanze für die chemische Analyse zu gewinnen. Nach mühevoller Einsammlung des aus jedem Sprosse dieser Pflanze nur tropfenweise zu gewinnenden Milchsaftes konnte an dessen chemische Analyse geschritten werden. Ich gehe auf die Details der damals gewonnenen Daten hier nicht näher ein, sondern hebe nur jene Werte hervor, welche für die nachfolgenden Betrachtungen von Wichtigkeit sind.[1]

Es ergab sich, daß dieser Milchsaft Kautschuk neben Harz enthält und eine Reihe anderer Körper, welche ich gleich dem Kautschuk und dem Harz quantitativ bestimmte, auf die ich aber, wie schon bemerkt, hier nicht weiter eingehe.

---

[1] Ich führte die chemische Untersuchung dieses und der später genannten Milchsäfte europäischer *Euphorbia*-Arten im chemischen Laboratorium des k. k. polytechnischen Institutes (jetzt Technischen Hochschule) in Wien unter Prof. A. Schrötter aus. Die Resultate der chemischen Untersuchung veröffentlichte ich in einer Arbeit, welche ich in Gemeinschaft mit Adolf Weiß ausführte, welcher die physikalische Untersuchung des Milchsaftes übernommen hatte. Diese Arbeit erschien unter dem Titel »Beiträge zur Kenntnis der chemischen und physikalischen Natur des Milchsaftes der Pflanzen.« Botanische Zeitung. Leipig 1861, p. 41 u. f.

Der Wassergehalt betrug 72·13%, Kautschuk wurde 2·73, Harz 15·72% gefunden. Die Menge des Harzes ist also hier mehr als fünfmal größer als die des Kautschuks.

Wenn ich hier und weiter unten von Harz spreche, so bin ich mir wohl bewußt, daß der Begriff der Harze sich nicht so scharf definieren läßt wie etwa der der Fette, dennoch werden die Harze durch bestimmte chemische und physikalische, namentlich in den Löslichkeitsverhältnissen gelegene Eigenschaften zusammengehalten. Bis in die jüngste Zeit wird von hervorragenden Chemikern noch die Gruppe der Harze aufrecht erhalten und über dieselbe erscheinen noch immer besondere Werke.[1]

Bald nach Veröffentlichung der genannten Analyse ging ich daran, den Milchsaft einer anderen, in Niederösterreich sehr häufig auftretenden Wolfsmilchart zu untersuchen.[2] Es war dies die in den Donauauen bei Wien sehr gemeine *E. platyphylla* L., und zwar jene Spielart, welche Neilreich[3] als var. β *stricta* anführt. Diese Pflanze wird jetzt von manchem Botaniker als eine besondere Art unter dem Namen *E. stricta* aufgefaßt.[4]

Auch diese Pflanze enthält im Milchsaft Kautschuk und Harz; vom ersteren 0·73, vom letzteren 8·12%, bei einem Wassergehalt von 77·22%. Die Harzmenge ist in diesem Milchsaft etwa elfmal größer als die des Kautschuks.

Es bestand die Absicht, noch andere *Euphorbia*-Arten unserer Flora auf das chemische Verhalten des Milchsaftes zu prüfen. Allein die Schwierigkeit der Materialbeschaffung stand doch nicht im Verhältnis zu den zu gewärtigenden Resultaten, so daß die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes aufgegeben wurde. Ich bemerke, daß wir zur Gewinnung der erforderlichen Menge des Milchsaftes von *E. Cyparissias* mehr als 5000 Exemplare der Pflanze benötigten. Auch zum Studium des Milchsaftes von *E. platyphylla* war ein enormes Material

---

[1] Siehe z. B. Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter. Leipzig 1900.

[2] Botanische Zeitung, 1862, p. 125 u. f.

[3] Flora von Wien, p. 844.

[4] Siehe G. Beck v. Managetta, Flora von Niederösterreich. Wien 1890, p. 546.

erforderlich. Bei der nächsten in Angriff genommenen Wolfsmilchart (*E. Esula*) war es gar nicht mehr möglich, ausreichendes Rohmaterial zu beschaffen, so daß ich von dem Milchsaft dieser Pflanze genau nur den Wassergehalt und die Aschenmenge bestimmen konnte. Ersterer betrug 83·87, letztere 2·63%. Die quantitative Bestimmung der übrigen Stoffe fiel infolge der vielen angewendeten Prozeduren bei der kleinen Menge des Materials so unsicher aus, daß ich auf die gewonnenen Zahlen kein Gewicht legen durfte. Doch war gut erkennbar, daß die Harzmenge die Kautschukmenge reichlich überwog. Immerhin läßt sich sagen, daß die aus dem Milchsaft der *E. Esula* gewonnenen Erfahrungen im Einklang mit jenem Hauptresultat standen, welches ich bei *E. Cyparissias* und *E. platyphylla* erhielt, daß nämlich die Milchsäfte aller untersuchten *Euphorbia*-Arten Kautschuk und Harz führen und daß der Harzgehalt ein hohes Multiplum des Kautschukgehaltes darstellt.

Unerwartet kam ich vor kurzer Zeit in die erfreuliche Lage, meine damaligen Studien fortsetzen zu können. Ich erhielt nämlich ein ausreichendes Quantum des Milchsaftes der in Chile häufig vorkommenden *E. lactiflua* Philippi.[1] Das dortige Ministerium für öffentliche Arbeiten plant, im Falle der Rentabilität, die genannte, sehr milchreiche, in Massen wildwachsende und wahrscheinlich auch leicht kultivierbare Wolfsmilchart auf Kautschuk auszubeuten. Im Zusammenhange damit wurde mir durch Vermittlung des Direktors des Museo Nacional, Santiago-Chile, Herrn Karl Reiche, ½ *l* des Milchsaftes der *E. lactiflua* mit dem Ersuchen zur Verfügung gestellt, über die Eignung der *E. lactiflua* zur praktischen Kautschukgewinnung mich gutachtlich zu äußern.

Dieser Milchsaft wurde in einem dicht schließenden Glasgefäß, im übrigen wohlverwahrt, dem Transport übergeben und kam in anscheinend wohlkonserviertem Zustand in meine Hand. Ein Wasserverlust konnte infolge der Dichte des Gefäßverschlusses nicht eingetreten sein, so daß der Wassergehalt der Milch mit Genauigkeit ermittelt werden konnte. Derselbe

---

[1] Flora Atacamensis Chile, p. 48.

betrug 70·82%. Freilich darf bei Beurteilung der Zahl, welche den Wassergehalt beziffert, nicht übersehen werden, daß mir nicht bekanntgegeben wurde, in welcher Art die Aufsammlung des Milchsaftes erfolgt und ob hierbei nicht, etwa infolge längeren Stehens an der Luft, ein Wasserverlust sich eingestellt hat.

Ich bemerke, daß zweifellos viele Wassergehaltsbestimmungen von Milchsäften, welche ohne besondere Vorsicht eingesammelt wurden, mit mehr oder minder großen Fehlern behaftet sind. In praktischer Beziehung hat dies weniger zu bedeuten; in neuester Zeit ist die Kenntnis des Wassergehaltes meist ganz gegenstandslos geworden, da man bestrebt ist, die Gehalte der Milchsäfte an Kautschuk, Harz etc. nicht auf die rohe Milch, sondern auf das »Koagulat«, nämlich auf die feste Substanz des Milchsaftes zu beziehen. Aber vom pflanzenphysiologischen Standpunkt aus ist die genaue Kenntnis des Wassergehaltes des Milchsaftes der Pflanzen von Wichtigkeit, weshalb ich bei den von mir vorzunehmenden Analysen des Milchsaftes der drei oben genannten *Euphorbia*-Arten schon bei der Einsammlung darauf Rücksicht nahm, Wasserverluste nach Möglichkeit zu vermeiden.

Eine gewisse kleine Veränderung zeigte die übersendete Milch insofern, als eine partielle Zusammenballung der im natürlichen Milchsaft auftretenden mikroskopisch kleinen Kautschukkügelchen eingetreten war. Auch durch Schütteln ließ sich der in der Milch enthaltene Kautschuk nicht gleichmäßig verteilen, was insofern zu beachten ist, als die aus verschiedenen Partien des Milchsaftes gewonnenen Proben in der chemischen Zusammensetzung nicht genau miteinander übereinstimmen, worüber unten noch die nötigen Aufklärungen folgen werden.

Den mir überschickten Milchsaft von *E. lactiflua* habe ich nicht selbst untersucht. Ich ließ denselben von drei zu solchen Arbeiten berufenen Chemikern analysieren, welche völlig unabhängig voneinander operierten. Der Milchsaft, welcher sich in einem hohen zylindrischen Glasgefäß befand, wurde in drei gleiche Partien geteilt. Die oberste Partie, welche zweifellos wegen der schon früher berührten partiellen Koagulation die

größte Menge von Kautschuk enthielt, untersuchte Herr Privatdozent Dr. Grafe, wohl nicht unter meiner Leitung, aber doch unter meinen Augen im pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität. Die mittlere Partie übergab ich Herrn Dr. M. Bamberger, Professor an der Wiener technischen Hochschule, welcher Herrn Prof. A. Landsiedl mit der Analyse betraute. Die unterste Partie sendete ich Herrn Dr. Rudolf Ditmar, welcher in Graz ein eigenes Laboratorium für Kautschukchemie und Kautschuktechnik besitzt.

Herr Dr. Grafe fand 5·24, Herr Prof. Landsiedl 3·05, Herr Dr. Ditmar 3·36% Kautschuk, alles bezogen auf den Milchsaft.

Was die Methode der Kautschukbestimmung anlangt, so ist behufs richtiger Beurteilung der Resultate folgendes zu bemerken. Alle drei Beobachter stellten zunächst aus dem Milchsafte Rohkautschuk dar, indem sie aus der Flüssigkeit den Kautschuk durch Alkohol fällten und den Niederschlag mit Aceton bis zur Erschöpfung behandelten. Grafe hat, wie auch schon bei früheren Untersuchungen,[1] den erhaltenen Rohkautschuk in Tetrabromkautschuk übergeführt und hieraus den Reinkautschuk berechnet. Letzterer beträgt etwa 90% des Rohkautschuks. Ditmar hat gleichfalls durch Umwandlung in das Tetrabromid den Reinkautschuk genauer bestimmt. Dabei ergab sich, daß die Reinigung des Kautschuks so vollständig durchgeführt wurde, daß das Gewicht des aus dem Tetrabromid berechneten Reinkautschuks mit dem des Rohkautschuks übereinstimmte. Landsiedl hat sich auf die Darstellung des »Rohkautschuks« beschränkt. Es scheint, daß er diesen ebenso vollständig von den verunreinigenden Bestandteilen befreit hat wie Ditmar. Unter dieser Voraussetzung ist der von ihm erhaltene Zahlenwert für den Kautschukgehalt (3·05) nicht befremdlich.

Aus den oben mitgeteilten Daten berechnet sich der Kautschukgehalt des Milchsaftes von *E. lactiflua*

---

[1] V. Grafe und K. Linsbauer, Über den Kautschukgehalt von *Lactuca viminea Presl.* Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1909, p. 126 bis 141.

auf 3·88 %, woraus sich ergibt, daß die genannte Pflanze zur Kautschukgewinnung nicht geeignet ist.

Die Harzmenge des Milchsaftes betrug nach den Untersuchungen der Herren Grafe und Landsiedl 28 bis 30 %. Also auch bei *E. lactiflua* fand sich bestätigt, was ich früher schon an den drei oben genannten europäischen *Euphorbia*-Arten konstatierte: daß im Milchsaft der Spezies der Gattung *Euphorbia* Kautschuk wohl einen wesentlichen Bestandteil bildet, daß aber der Kautschukgehalt ein geringer, der Harzgehalt ein hoher ist, nämlich letzterer als ein hohes Multiplum des ersteren erscheint.

Die mitgeteilten, auf vier Spezies der Gattung *Euphorbia* bezugnehmenden Daten über die chemische Beschaffenheit des Milchsaftes dieser Pflanzen hat mich angeregt, in der Literatur nachzusehen, ob nicht auch die Milch anderer *Euphorbia*-Arten ein gleiches Verhalten darbietet, nämlich bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kautschuk und Harz die Menge des letzteren im Vergleich zum ersteren weitaus überwiegt.

Eine ausführliche Abhandlung über die chemische Beschaffenheit des Milchsaftes zahlreicher *Euphorbia*-Arten veröffentlichte G. Henke im Jahre 1886,[1] in welcher nicht nur über die vom Autor selbst durchgeführten Analysen, sondern auch über die einschlägige Literatur berichtet wird.

Sehr eingehend behandelt Henke den Milchsaft von *E. resinifera*, welcher bekanntlich das medizinisch benutzte Euphorbium liefert. Henke hat nun nicht den Milchsaft der genannten Pflanze untersucht, wohl aber das daraus dargestellte Euphorbium, welches nichts anderes ist als der eingetrocknete Milchsaft von *E. resinifera*, einer kaktusartigen nordafrikanischen *Euphorbia*-Art. Im Euphorbium fand Henke 1·10 % Kautschuk und 41·20 % Harz.[2]

In einer indischen *Euphorbia*, welche W. Elliot als *E. Cattimandoo* beschrieb und die eine Art Euphorbium liefert,

---

[1] Mitteilungen aus dem pharmazeutischen Institut der Universität Straßburg. Über den Milchsaft einiger Euphorbiaceen. Archiv für Pharmazie, dritte Reihe, Bd. 24 (1886), p. 728 bis 759.

[2] L. c., p. 749.

wurden im eingetrockneten Milchsaft 1·5% Kautschuk und 41·10% Harz gefunden.[1]

Henke untersuchte ferner den eingetrockneten Milchsaft von *E. Tirucalli* L., einer in Zanzibar einheimischen, aber auch in anderen warmen Ländern kultivierten *Euphorbia*-Art. Diese Art von »Euphorbium« dient zur Bereitung von Firnissen, ist deshalb zweifellos sehr harzreich. Die Harzmenge dieses »Euphorbiums« wurde von Henke nicht ermittelt, wohl aber der Gehalt an Kautschuk, welcher nahezu 4% beträgt,[2] natürlich auf Trockensubstanz bezogen. Auf Milchsaft bezogen ist der Kautschukgehalt ein sehr geringer. Man sieht, daß auch dieser Milchsaft bezüglich des Verhältnisses von Kautschuk zu Harz sich allen vorher genannten *Euphorbia*-Arten anschließt.

Henke hat noch den Milchsaft von anderen *Euphorbia*-Arten untersucht, ohne im einzelnen stets nähere Daten über Kautschuk- und Harzgehalt anzugeben. Doch geht aus den Schlußbemerkungen seiner Abhandlung hervor, daß nach seinen Untersuchungen in den Milchsäften aller von ihm untersuchten *Euphorbia*-Arten Kautschuk und Harz gefunden wurde, ersterer in geringer, letzteres in großer Menge und außerdem Apfelsäure (zumeist an Kalk gebunden) und das später noch zu erwähnende Euphorbon.

Außer den schon früher genannten Spezies hat Henke noch folgende *Euphorbia*-Arten untersucht: *E. tetragona* Haworth (Cap, in Ostindien kultiviert), *E. antiquorum* L. (Ostindien), *E. Lathyris* L. (wärmeres Europa), *E. thyrsinites* L. (wärmeres Europa), *E. orientalis* L. (Armenien, Persien), *E. virgata* Wald. et Kit. (Ungarn), *E. Lagascae* Spreng. (Spanien, Sardinien), *E. humifusa* Willd. (Mongolei, China), *E. splendens* Bory (Madagaskar), *E. canariensis* L. (Kanarische Inseln), *E. trigona* Haworth (Indien), *E. neriifolia* L. (Indien), *E. virosa* Willd. (Südafrika), *E. palustre* L. (Mitteleuropa), *E. verrucosa* Lam. (Südeuropa), *E. exigna* (in ganz Europa) und die eingangs genannte *E. Cyparissias* L. (gemein in ganz Mitteleuropa).

Der Gehalt des Milchsaftes der *Euphorbia*-Arten an Kautschuk ist nach den angegebenen Daten ein sehr geringer.

---

[1] Henke, l. c., p. 751.

[2] L. c., p. 752.

Der höchste Kautschukgehalt wurde, wie oben dargelegt wurde, im Milchsafte von *E. lactifera* gefunden und beträgt 3·88%. Wohl wurde oben bezüglich *E. Tirucalli* der Kautschukgehalt mit 4% angegeben. Dieser Wert bezieht sich aber auf die Trockensubstanz des Milchsaftes. Rechnet man unter der berechtigten Annahme von 75% Wasser im Milchsaft auf diesen letzteren um, so ergibt sich für den Milchsaft dieser Pflanze ein Kautschukgehalt von etwa 1%. Für *E. antiquorum* wird sogar ein Kautschukgehalt von $5^1/_2$% angegeben. Aber auch hier handelt es sich um einen auf Trockensubstanz bezugnehmenden Wert, welcher auf Milchsaft umgerechnet auch bloß etwa 1·6% beträgt.

Nicht ohne Absicht wurde bezüglich jeder oben genannten *Euphorbia*-Art die geographische Verbreitung angegeben. Wie man sieht, geht die geographische Verbreitung dieser Arten fast über alle Zonen der Erde und auch der spezifische Standort derselben ist ein verschiedener. Hieraus kann wohl abgeleitet werden, daß das bisher beobachtete Verhältnis von Kautschuk zu Harz in den Milchsäften der *Euphorbia*-Arten sowohl von der geographischen Breite als von dem spezifischen Charakter des Standortes unabhängig ist.

Bei Durchsicht der neuesten Literatur finde ich bezüglich einer als *E. elastica* (ohne Autornamen!) bezeichneten Wolfsmilchart die Angabe, daß im Milchsafte derselben 32% Kautschuk nachgewiesen worden wären.[1] Diese Angabe steht im Widerspruch mit der durch die bisherigen Beobachtungen gerechtfertigten Aufstellung, derzufolge im Milchsaft der *Euphorbia*-Arten einem kleinen Quantum von Kautschuk ein Multiplum an Harz gegenübersteht. Dieser Fall erfordert deshalb ein genaueres Studium. Es stellte sich alsbald heraus, daß als *E. elastica* verschiedene Pflanzen beschrieben wurden. Zuerst beschrieben Altamirano und Rose als *E. elastica* eine Wolfsmilchart, welche angeblich in Mexiko zur Kautschuk-

[1] Czapek, Biochemie der Pflanzen, Jena, 1905, Bd. II, Nachträge, p. 972.

gewinnung dienen soll,[1] und fast gleichzeitig machte H. Jumelle[2] eine *E. elastica* bekannt, deren Milchsaft 32% Kautschuk enthalten soll. Die Jumelle'sche Pflanze wurde zu Ambuga im Nordwesten von Madagaskar gefunden. Diese Wolfsmilchart ist baumartig und erreicht eine Höhe von 12 *m*. Sie wurde von dem Autor nur unvollkommen beschrieben; hingegen wurde die von Altamirano in Mexiko entdeckte Art später von Stapf unter dem Namen *E. fulva* genau beschrieben.[3]

Ob diese beiden Spezies (*E. elastica* Jumelle und *E. fulva* Stapf) die oben mehrfach erwähnte Regel über das Verhältnis von Kautschuk zu Harz im Milchsaft zunichte machen, kann einstweilen noch nicht behauptet werden. Denn die erstere ist so unvollkommen beschrieben, daß hinter derselben vielleicht eine nicht zur Gattung *Euphorbia* gehörige Euphorbiacee steckt;[4] und was die letztere anlangt, so scheint sich dieselbe vom Typus der Gattung *Euphorbia* sehr weit zu entfernen, denn man hat in neuester Zeit die genannte Pflanze einem neuen Genus untergeordnet und als *Euphorbodendron fulvum* Millesp. beschrieben.[5]

Spätere chemische Untersuchungen werden zu entscheiden haben, inwieweit die von mir aufgestellte Regel zutrifft: ob sie für das ganze Genus oder nur für eine Gruppe von Arten dieser Gattung Geltung hat. —

Auf Grund sehr eingehender Untersuchungen ist Henke (l. c.) zu dem Resultat gelangt, daß das von Flückiger im gewöhnlichen, aus *E. resinifera* gewonnenen Euphorbium dargestellte Euphorbon in allen von ihm untersuchten oben genannten *Euphorbia*-Arten vorkommt. Man darf also bis auf weiteres annehmen, daß das Euphorbon ein für den Milchsaft der *Euphorbia*-Arten charakteristischer Körper sei, was wohl um so mehr zu betonen ist, als derselbe bisher in keiner

[1] Botan. Jahresb., 1905, Bd. 11, p. 475.

[2] Compt. rend., T. 140 (1905), p. 104 u. ff.

[3] Kew Bullet., 1907, p. 294.

[4] Bekanntlich gibt es zahlreiche an Kautschuk sehr reiche Euphorbiaceen-Gattungen (*Siphonia, Hevea, Micrandra, Manihot, Sapium* etc.).

[5] Field Colleg. Mus. Botan. (1909), Ser. 2, p. 305.

anderen Pflanzengattung nachgewiesen wurde, nicht einmal in anderen Gattungen der Familie der Euphorbiaceen.[1]

Da nach den bisherigen Erfahrungen das Euphorbon für die Gattung *Euphorbia* charakteristisch ist, so lag es nahe, zu untersuchen, ob auch im Milchsaft der *E. lactiflua* Euphorbon vorkomme. Ich werde auf diesen Gegenstand weiter unten näher eingehen. Vorher möchte ich das Wichtigste, was wir über Euphorbon wissen, kurz zusammenfassen.

Die bisherigen Angaben über das Euphorbon stimmen nicht so vollkommen untereinander überein, als daß man behaupten dürfte, man kenne diese Substanz bereits genau. Da aber die Angaben über die Elementarzusammensetzung dieses Körpers voneinander sehr wenig abweichen, desgleichen auch die Reaktionen untereinander bis auf kleine Abweichungen gut übereinstimmen,[2] so darf man annehmen, daß der als Euphorbon bezeichneten und von verschiedenen Chemikern untersuchten Substanz ein einheitliches chemisches Individuum zugrunde liegt. Die kleinen Abweichungen in der Elementarzusammensetzung und insbesondere im Schmelzpunkt dürften wohl, was auch mehrfach bereits hervorgehoben wurde, auf Verunreinigungen zurückzuführen sein, welche vom Erzeugungsmaterial, insbesondere von harzigen Bestandteilen des Milchsaftes herrühren.

Flückiger leitete aus der Elementaranalyse seines Euphorbons die Formel $C_{15}H_{24}O$ ab. Henke fand etwas höhere Werte für C und H und gab seinem Körper die Formel $C_{22}H_{36}O$.[3] Rechts drehend. Die Schmelzpunkte, welche die verschiedenen Autoren angeben, schwanken zwischen 106 bis 116°. Nur Henke gibt als Schmelzpunkt 67 bis 68° an.

Wie schon oben bemerkt, wurde der Versuch gemacht, die Frage zu beantworten, ob der Milchsaft von *E. lactiflua* Euphorbon enthält. Die als »Harz« abgeschiedene Masse wurde

---

[1] Czapek, Biochemie der Pflanzen, Bd. II (1905), p. 207.

[2] Diese Reaktionen auf Euphorbon finden sich zusammengestellt in Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter. Leipzig 1900, p. 328 u. ff.

[3] Henke, l. c., p. 733, woselbst auch die einschlägigen älteren Arbeiten von Dragendorff, Alberti, Flückiger, Buchheim und Hesse zitiert sind.

in der von Flückiger angegebenen, zur Darstellung des Euphorbons dienenden Methode behandelt. Die so erhaltene Substanz wurde aus Methylalkohol umkrystallisiert, wobei schließlich ein reinweißer Körper erhalten wurde, welcher aus warzenförmig gruppierten Nadeln bestand.

Dieser Körper gab alle von Tschirch angegebenen Euphorbonreaktionen (siehe oben p. 98, Anmerkung).

Die erhaltene Menge des fraglichen Euphorbons war zu gering, um zu einer gewöhnlichen Elementaranalyse auszureichen. Da mich gelegentlich Herr Prof. Guido Goldschmiedt mit der neuen Methode der Mikroanalyse bekannt machte und erwähnte, daß sowohl er als seine Assistenten sich bereits dieser Methode mit Erfolg bedienen, stellte ich an ihn das Ansuchen, für den Fall, als das in meinem Besitz befindliche fragliche Euphorbon zur Elementaranalyse genügen würde, dieselbe vorzunehmen.

Herr Prof. Goldschmiedt hat mit der Ausführung der Analyse des genannten Körpers Herrn Dr. Philippi betraut. Die Ergebnisse der vorgenommenen Mikroanalyse waren die folgenden:

I. 7·74 *mg* Substanz gaben 23·24 *mg* CO_2 und 8·22 *mg* H_2O.
II. 6·96 *mg* Substanz gaben 20·82 *mg* CO_2 und 7·34 *mg* H_2O.

Hieraus wurden für C und H folgende Werte abgeleitet:

	Gefunden	
	I.	II.
C	81·89	81·58
H	11·88	11·80

Herr Prof. Goldschmiedt fügt diesen mir schriftlich mitgeteilten Daten noch folgende Bemerkungen bei:

»Die Zahlen stimmen wenigstens für Kohlenstoff annähernd mit jenen, die zumeist für Euphorbon gefunden wurden.«

»Die Analysen des Dr. Philippi stimmen im Kohlenstoffgehalt gut mit der von Flückiger berechneten Formel $C_{15}H_{24}O$;[1] der Wasserstoff ist wohl etwas zu hoch.«

---

[1] Siehe Beilstein, Handbuch der organischen Chemie, zweite Abteilung (1883), p. 1848. Nach Tschirch, l. c., p. 114, gab Flückiger, Vierteljahrs-

Herr Prof. Goldschmiedt bestimmte auch den Schmelzpunkt des fraglichen Euphorbons und fand denselben bei 132 bis 136°, während die gewöhnlichen Angaben sich zwischen 113 bis 116° bewegen. Diese Differenz ist wohl auf harzartige Verunreinigungen zurückzuführen.

Den vorgeführten Daten darf wohl entnommen werden, daß jene Substanz, welche bisher in allen darauf untersuchten Milchsäften von *Euphorbia*-Arten nachgewiesen wurde und die man als Euphorbon bezeichnet hat, auch im Milchsaft von *E. lactiflua* vorkommt.

Wenn ich die Übereinstimmungen, welche sich in der chemischen Zusammensetzung des Milchsaftes der *Euphorbia*-Arten bisher ergeben haben, zusammenfasse und dabei nur auf genau beschriebene und typische Arten der Gattung *Euphorbia* Rücksicht nehme, so komme ich zu dem Resultat, daß der Milchsaft der *Euphorbia*-Arten charakterisiert ist:

1. durch das Auftreten von Kautschuk, welcher Körper aber nur in sehr geringer Menge vorkommt;

2. durch das Auftreten von Harzen, welche in sehr großer Menge an der Zusammensetzung des Milchsaftes Anteil nehmen;

3. durch das Auftreten von Euphorbon.

Nach den bisherigen Untersuchungen sind die drei genannten Merkmale als chemische Gattungsmerkmale zu betrachten.

Weitere Untersuchungen werden festzustellen haben, ob diese chemischen Merkmale der Gattung *Euphorbia* eigentümlich sind oder ob dieselben nur bestimmten Spezies dieser Gattung zukommen. Bei der großen Anzahl von Spezies der Gattung *Euphorbia* (zirka 800 Arten!) erscheint die eventuelle Einschränkung geboten. Sollte der angebliche Gattungscharakter sich tatsächlich nur auf eine Gruppe von Spezies beschränken, so wäre weiter zu erwägen, ob man es in dieser Gruppe nicht mit einer natürlichen Untergattung zu tun habe.

---

schrift für praktische Pharm., 1868, p. 82, für Euphorbon die Formel $C_{13}H_{22}O$ an und die Formel $C_{15}H_{21}O$ wurde von Hesse, Liebig's Annalen, 192 (1878), p. 193, aufgestellt.

Nachschrift.

Nach Abschluß dieser kleinen Abhandlung fand ich in Engler's Botan. Jahrb. für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, Bd. 45 (1911), einen Aufsatz von K. Reiche, betitelt: »Ein Ausflug in das Wüstengebiet von Atacama (Chile)«, wo es unter teilweiser Bezugnahme auf meine oben genannte gutachtliche Äußerung über die in Chile von staatswegen in Aussicht genommene Gewinnung von Kautschuk aus dem Milchsaft von *E. lactiflua* (p. 351 u. ff.) heißt: »Für die praktische Benutzbarkeit der *E. lactiflua*, auf welche man wegen des vermeintlichen Kautschukgehaltes große Hoffnungen gegründet hatte, läßt sich leider nur sagen, daß der Milchsaft beträchtliche Mengen Harz, aber praktisch unzureichende Mengen von Kautschuk enthält. Im chemischen Laboratorium des hiesigen Landwirtschaftlichen Instituts (Santiago-Chile, Direktor Francisco Rojas) wurden an Harzen und Gummi 31·9%, ein merkbarer Kautschukgehalt überhaupt nicht gefunden. Nach einer im pharmazeutischen Institut der Berliner Universität auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. H. Thoms ausgeführten Analyse enthält der Milchsaft 5% Reinkautschuk und 39% harzige Bestandteile....« Es folgen sodann die Daten des von mir abgegebenen Pareres, in welchem das Kautschukquantum noch etwas geringer, nämlich mit 3·8% angegeben ist.